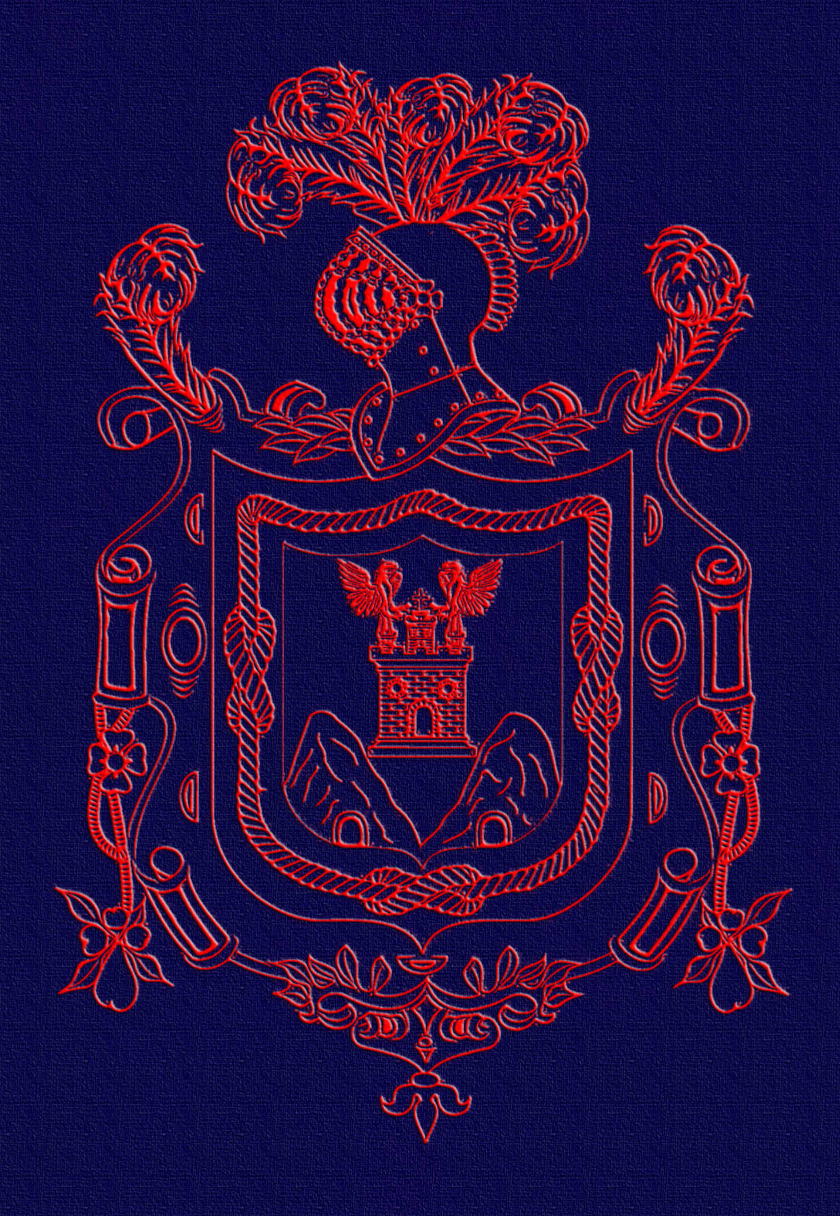
MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE QUITO



WALTHER SAUER

1943

Ing. Dr. WALTHER SAUER

MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE QUITO

QUITO – ECUADOR

Imprenta de la Universidad

— — 1943 — —

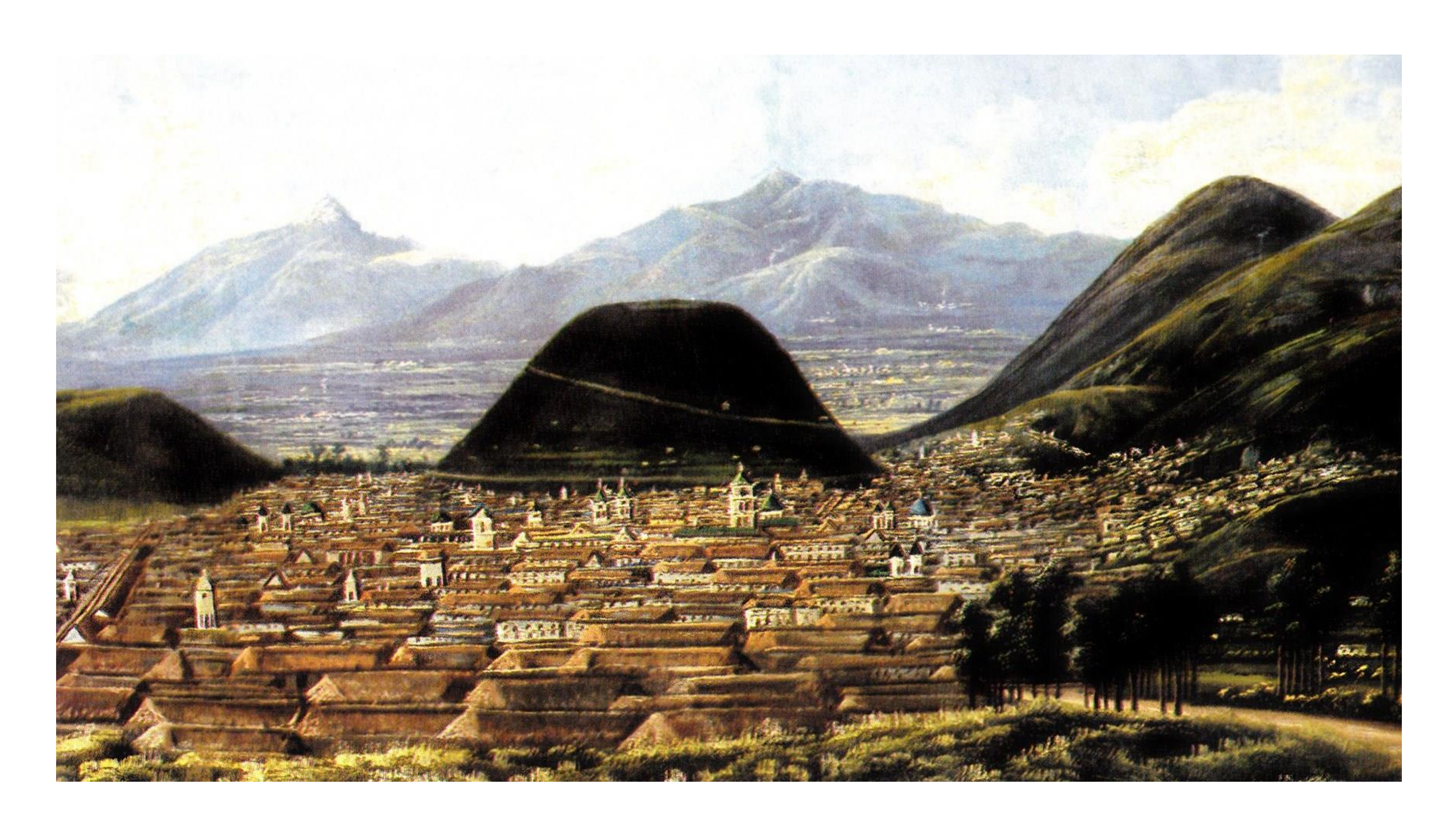
SUMARIO

Perfiles geológicos

Mapas

Referencia bibliográfica

Sauer Walther (1943) Memoria explicativa del mapa geológico de Quito. Imprenta de Universidad. Quito-Ecuador.



Quito, por el pintor Rafael Salas (siglo XIX). Museo Nacional del Ecuador

I. — PRELIMINARES

La comarca interandina de la parte septentrional de la República del Ecuador, a la primera ojeada, produce una impresión monótona en el aspecto geológico. En todas partes se presenta al observador el material volcánico de la Época Cuaternaria: lava en corrientes compactas, bloques de lava en forma de bombas volcánicas, enormes masas de arenas sueltas gruesas y finas, piedra pómez en todo tamaño y cenizas finísimas, sueltas o endurecidas, todo este material dispuesto en amontonamientos irregulares, o acumulado en estratificaciones por acción de las aguas corrientes, estratos que rellenan las depresiones interandinas con series potentes de sedimentos. De manera especial saltan a la vista los espesos recubrimientos de tobas endurecidas, que en el país han recibido el nombre de cangagua. Aparecen, ya en lo alto de los páramos, ya al pie de los cerros, o cubren sus flancos. La impresión total es la de un embrollo de productos volcánicos. Al buscar una ley para la ordenación del caos de los fenómenos geológicos, la mirada se pierde en las profundidades de las quebradas cortadas abruptamente, o se desliza a lo largo de las colinas de cangagua amarilla, cuyas paredes verticales recuerdan la formación característica del loess, hasta que, finalmente, la vista se alza hacia los gigantescos volcanes extintos que fueron los culpables de este caos geológico. Pero tampoco de allí nos viene el esclarecimiento deseado del problema.

Si volvemos a la región de Quito, ésta, aparentemente, nos produce la misma impresión geológicamente indiferenciada. La geología de los alrededores de Quito se presenta así como una pequeña sección de la comarca interandina en la parte septentrional del país.

La siguiente exposición es considerada como una explicación de la Carta Geológica de Quito, cuyo levantamiento efectué en los años de 1939-1940.

Sé bien que este mapa no puede considerarse como un trabajo completamente perfecto en todos sus detalles. Pero se debe comprender que este primer ensayo para representar las Formaciones cuaternarias en una Carta especial, de escala 1:25000, tiene que incluir aún algunas imperfecciones, cuando se ha aprendido a conocer las dificultades que se han opuesto a la clasificación de las Formaciones geológicas en los alrededores de Quito.

Si ha sido posible realizar, a pesar de todas las dificultades financieras, el levantamiento geológico de la Hoya de Quito y su publicación, hay que agradecerlo a la generosa ayuda del Jefe del Servicio Geográfico Militar, señor Coronel Dr. Carlos Pinto, quien ha facilitado la instalación provisional de un primer núcleo modesto de una sección geológica planeada por mí. Reconociendo el fin de utilidad pública que persigue este estudio, el Ilustre Concejo Municipal de Quito, la Ecuadorian Shell Company y la International Petroleum Company han contribuido con medios financieros para la publicación de la Carta. El Servicio Geográfico Militar, bajo la dirección de su Jefe Interino, señor Comandante Jaramillo, ha realizado después la impresión en cinco colores diferentes, tan nítida y con tanta precisión, como no habría podido hacerlo mejor ningún Instituto extranjero.

El plano que acompaña a las presentes explicaciones es una reducción de la Carta original, reproducido simplemente en blanco y negro.

En esta reproducción simplificada han debido suprimirse muchas particularidades como, por ejemplo, la representación del subsuelo bajo sedimentos poco potentes. Así, en la Carta original, la difusión de la cangagua eólica moderna está reproducida aún en sus capas poco potentes, y de igual modo, en ella se ha indicado cuales otras Formaciones se encuentran bajo las delgadas superposiciones. En determinados casos en la Carta original se han hecho indicaciones de tres Formaciones geológicas diferentes que se superponen recíprocamente. Representaciones tan finas de tal clase no se pueden reproducir, naturalmente, en un bosquejo tosco de escala reducida.

II. — CONDICIONES GENERALES GEOLÓGICAS, PETROGRÁFICAS Y TECTÓNICAS DE LA REGIÓN INTERANDINA SEPTENTRIONAL DEL ECUADOR

En la región interandina septentrional, y especialmente en la Hoya de Quito, se presentan al observador, en la superficie, sólo Formaciones de la última Era de la cronología geológica, a saber, rocas eruptivas y sedimentarias de la Época Cuaternaria. En el Pleistoceno quedan incluidas las diferentes glaciaciones y los periodos interglaciales, que también en nuestra región desempeñan un papel especial. El Holoceno comprende, en primer lugar, los sedimentos post-glaciales.

El levantamiento geológico de Quito abarca sólo un sector muy pequeño de la región interandina. Sin embargo, en esta reducida área se refleja la actividad de tres factores geológicos principales, los cuales han sido la causa de las Formaciones cuaternarias interandinas de la parte septentrional del país.

Estos tres factores son:

1. — Las glaciaciones, que fueron producidas por variaciones periódicas del clima mundial durante el Pleistoceno.

2. — Los levantamientos y hundimientos epirogénicos de los Andes, como repercusión de la orogénesis terciaria, que originaron rupturas y fracturas de hundimiento en escala regional.

3. — La actividad eruptiva meramente volcánica, la cual se reavivó en la parte septentrional de los Andes ecuatorianos, como consecuencia de las dislocaciones rupturales de las Cordilleras.

Las acciones de estos tres factores geológicos se produjeron, por lo general, simultáneamente, de manera que sus productos se intercalan y se recubren mutuamente con gran irregularidad.

De esta manera se ofrece al observador un caos de los más diversos materiales volcánicos y de sedimentos fluviales, lacustres y glaciales, cuyo desembrollo aparece casi imposible. El estudio de las relaciones geológicas, sólo en el área de la Hoya de Quito, no habría dado resultado alguno, porque aquí están representadas únicamente las Formaciones modernas del Pleistoceno, de manera que no habría sido posible una ordenación satisfactoria de las rocas y capas según su edad geológica. Sólo las investigaciones detalladas en la región cordillerana de todo el país me han suministrado las bases para realizar la clasificación del Pleistoceno en la región interandina septentrional. Además, mi anterior Ayudante, Sr. Abelardo Estrada, verificó un estudio detallado de la cangagua de Quito, y adquirió así una buena preparación para ayudarme en el levantamiento de la Hoya de Quito.

De las tres fuerzas geológicas que han colaborado en el origen de las Formaciones cuaternarias en la parte septentrional del país, impresiona en primer lugar al espectador el vulcanismo, porque ha enterrado bajo sus productos al país. Sin embargo, el vulcanismo cuaternario es un fenómeno secundario, dependiente de los hundimientos rupturales que se han originado como consecuencia de los alzamientos epirogénicos, esto es, verticales, de las cordilleras, en el Cuaternario. Allí donde faltan estos hundimientos rupturales, como, por ejemplo, en el sur del país, ha quedado muy reducido el desarrollo de la actividad volcánica cuaternaria.

La mayor importancia para la clasificación de las Formaciones cuaternarias la tienen, sin embargo, los diversos periodos de glaciación, los cuales, por su parte, fueron influidos por la acción de los levantamientos y hundimientos tectónicos producidos por los movimientos epirogénicos verticales de los Andes. Esta influencia fue tal, que se hace muy difícil el desciframiento de las huellas que los periodos glaciales han dejado como Formaciones de erosión y sedimentación.

Las masas de hielo glacial que se observan aun en la actualidad en las más altas cimas de las cordilleras, son los restos de los mantos y corrientes de hielo, — mucho más extensos en el Pleistoceno —, los cuales, con relación al nivel actual más alto del límite de la nieve perpetua, han retrocedido en estas elevaciones.

Correlativamente a las oscilaciones cuaternarias del clima, descendió el límite de la nieve durante los periodos glaciales, y, por el contrario, ascendió en los periodos interglaciales y en el post-glacial. Los efectos de estas oscilaciones altitudinales de nivel de los límites de la nieve fueron robustecidos o debilitados en el país por los levantamientos y hundimientos epirogénicos de la región andina. En general, la masa total de las cordilleras se ha levantado, mientras que simultáneamente se realizaban los fuertes hundimientos rupturales en la región interandina y en los flancos exteriores de las cordilleras. Por tanto, a pesar de los hundimientos parciales continuados hasta los tiempos actuales, hay que registrar un exceso absoluto en el levantamiento. Las porciones hundidas de la comarca andina quedaron retrasadas en el movimiento del levantamiento, representando así hundimientos relativos. La escala de los levantamientos puede, por consiguiente, ser muy diferente en las diversas partes del país, en contraposición al estado en que estuvieron al final del periodo terciario y llegan, según las circunstancias, a centenares o a miles de metros. Así, al comienzo de la Época Cuaternaria, los más altos cerros de la cordillera se alzaron sólo muy poco por encima de los 3000 metros de altitud, de manera que sólo en pequeña proporción sobrepasaron el nivel altitudinal de la nieve perpetua, el cual descendió al empezar el Pleistoceno. A consecuencia de esto, el descenso general de temperatura, con la condensación creciente del vapor de agua atmosférica, ocasionó en primera línea, en las alturas todavía reducidas de las cordilleras, un periodo pluvial, sin fenómenos de glaciación importantes.

Sólo reconocemos los restos de glaciaciones diluviales y su mayor extensión con claridad más precisa cuando en los periodos siguientes de glaciación, que estuvieron acompañados del levantamiento creciente de la región cordillerana y del descenso más fuerte del límite de la nieve perpetua, pudieron extenderse en áreas más amplias los acumulamientos de la nieve y su transformación en hielo de glaciar.

El desarrollo de las diversas formas de glaciación, en los tiempos siguientes, muestra de igual modo, naturalmente, una más grande diversidad, especialmente porque aparece en el escenario de las actividades geológicas el tercer factor, que es el vulcanismo. Sobre las cadenas montañosas, todavía bastante planas al principio del periodo del alzamiento cuaternario, fueron construidos uno tras otro, los potentes volcanes, con lo cual enormes masas montañosas fueron levantadas en las alturas heladas, superponiéndose sobre el alzamiento tectónico y aumentando así las regiones de alimentación de los glaciares.

De las investigaciones anteriormente efectuadas junto con mi Ayudante, Sr. Abelardo Estrada, se desprende que pueden determinarse cuatro glaciaciones, incluyendo el primer periodo pluvio-glacial, que abreviadamente se llama primera glaciación.

Otras particularidades acerca de las glaciaciones en el Ecuador las publicaré próximamente en un estudio de mayores proporciones. En este trabajo se reunirá una serie de los resultados de mis investigaciones, que, en parte, he dado ya a conocer en conferencias y artículos de periódicos.

De una manera general, puede decirse que el material de que se componen las rocas superficiales en la región interandina del norte del país consiste casi completamente de productos volcánicos, porque, como hemos visto, en esta región volvió a aparecer, en el Cuaternario, la actividad volcánica con nueva violencia.

Las depresiones interandinas son los sitios de la mayor potencia de los depósitos lacustres y fluviales. Hacia las montañas y en los flancos mismos de ellas disminuyen los sedimentos y desaparecen completamente en las laderas más inclinadas, que son los lugares de erosión predominante. Las partes más profundas de las depresiones se han rellenado casi exclusivamente de estratos lacustres, fluvio-lacustres y glacio-lacustres del Cuaternario más antiguo. Sólo cuando se investigan las capas superiores se encuentran intercalaciones eólicas, las cuales demuestran que, temporalmente, durante los periodos interglaciales secos, han tenido lugar desecaciones de las depresiones, originando sedimentos propiamente terrestres encima de los depósitos lacustres y fluviales. Los alzamientos continuos de la cordillera han profundizado las bases de erosión de las hoyas interandinas situadas en los flancos exteriores de las cordilleras, y así han ahondado los lechos de los ríos, los cuales efectúan el desagüe de las hoyas y contribuyen de tal modo a la desecación periódica de las hondonadas interandinas. Solamente los renovados hundimientos rupturales en las regiones interandinas motivaron nuevas posibilidades para la reaparición de acumulaciones extensas de agua en tales regiones, con sus potentes sedimentaciones acuosas que culminaron cada vez que aumentó fuertemente la humedad durante los periodos glaciales. Sin embargo, existe una clara tendencia a disminuir las potencias de las Formaciones lacustres hacia las partes superiores de los perfiles de las capas cuaternarias y, por el contrario, a aumentar la potencia de las intercalaciones eólicas terrestres, hasta que, finalmente, en el tercer periodo interglacial, han llegado a tener tanta potencia, que los subsiguientes sedimentos glaciales y lacustres de la cuarta glaciación han disminuido en importancia casi completamente. Sólo en las depresiones locales pueden estos últimos aumentar en mayor cantidad, como, por ejemplo, en la meseta al Norte de Quito.

Dificultades especiales ofrece la tarea de llevar a cabo la sincronización de la edad de las diferentes clases de depósitos del Cuaternario interandino. De sitio en sitio cambian las acumulaciones volcánicas en cuanto a su naturaleza petrográfica, en cuanto a su magnitud, y a su posición geológica, según estén más cerca o más lejos de los volcanes vecinos, según la actividad de estos volcanes y el carácter petrográfico de sus productos, según su posición respecto de las direcciones principales de los vientos, según la dirección y fuerza de los ríos y ventisqueros. De tal modo, en pequeñas áreas pueden determinarse enormes cambios en los depósitos completamente variables en todo sentido. No se puede deducir de las potencias de las series particulares de capas, posibilidades de comparación absoluta respecto de su duración, si sólo se toma en cuenta perfiles en un lugar de observación. A esto se agrega aún la falta de constancia del nivel altitudinal de las sedimentaciones eólicas periclinales para completar el caos aparente.

Pero felizmente ciertos estratos están caracterizados, sea por su composición petrográfica, sea por su origen geológico, sea por sus restos paleontológicos, de tal manera que pueden servir como estratos de guía.

En primera línea hay que considerar las morrenas glaciales como capas de guía, especialmente las morrenas basales. Pero existe la desventaja de que estos sedimentos muestran una marcada variabilidad, en cuanto a su potencia y a su misma aparición local. Sus continuaciones, a mayor distancia, consisten en sedimentos fluvio-glaciales, lacustres y lacustre-glaciales.

Los enormes depósitos sedimentarios, de centenares de metros de potencia, en las depresiones interandinas, no se han formado, propiamente, a causa de la acción erosiva del agua originada en las regiones montañosas, sino que son más bien el resultado de la acción acumuladora del agua fluvial y lacustre que concentró en las depresiones interandinas las masas sueltas incesantemente arrojadas por los volcanes. Esta acción acumulativa del agua corriente la podemos observar hasta la tercera glaciación inclusive, depositándose, poco a poco, enorme cantidad de sedimentos en las hondonadas. Por otra parte, los glaciares acumulaban morrenas de gran extensión al pie de las faldas de las cordilleras.

Los glaciares de la tercera glaciación produjeron en este periodo de máxima intensidad glacial los más fuertes efectos de erosión, excavando extensos valles glaciales, que en la actualidad son todavía relevantes, con sus tan características y conocidas formas topográficas.

Sólo en el tiempo de la declinación de la tercera glaciación y en el post-glacial tuvo lugar la erosión del agua corriente para formar valles profundos en el fondo de la región interandina. Estos valles se presentan ahora con característica forma de profundos cañones, con laderas verticales que han dejado al descubierto amplios perfiles de los sedimentos acumulados. Naturalmente, en la región ecuatoriana del sur no existen estos cañones, porque allí faltan las grandes acumulaciones cuaternarias de origen volcánico. Esta es la causa de que el aspecto de esta última región sea tan diferente de la del Norte.

Otras capas características del segundo y del tercer interglacial corresponden a la cangagua eólica antigua y moderna, las cuales consisten en arenas finas y polvos volcánicos endurecidos para formar las tobas con sus bolas de cangagua, que sirven como horizontes de guía. Una especie típica de escarabajos fue la constructora de estas bolas, que fueron originalmente huecas y sirvieron, así como viviendas para la procreación de estos insectos.

Según la extensión y potencia de las Formaciones volcánicas y de los sedimentos glaciales, lacustres y fluviales, se concluye, fácilmente, que en el Cuaternario antiguo las regiones interandinas quedaron inhabitables para los grandes mamíferos, no sólo en los periodos glaciales, sino también en los interglaciales, — a excepción de reducidas regiones terrestres del segundo interglacial —, por no existir adecuadas condiciones climáticas para el desarrollo de la vida de estos mamíferos. En las capas eólicas del segundo interglacial se observa sólo la existencia de bolas de cangagua.

Probablemente los restos morrénicos del primer periodo pluvio-glacial fueron de muy reducida extensión en las partes más altas de las montañas, y con seguridad fueron destruidos por la acción erosiva de las glaciaciones siguientes. En cambio, en las depresiones interandinas encontramos series potentes de sedimentos fluvio-glaciales, especialmente de material volcánico flojo, pero grueso, en forma de numerosos bancos superpuestos y alternantes con guijarros, gravas y arenas gruesas y en múltiple repetición monótona. El material proviene de la destrucción de los mantos lávicos originados a través de largas grietas en los derrames efusivos del Terciario Superior. Estos sedimentos, muy característicos del primer periodo pluvio-glacial, ocupan el fondo de las depresiones interandinas como capas basales de la segunda glaciación.

El primer interglacial se vuelve reconocible a expensas sólo de las interrupciones en la sedimentación fluvio-lacustre causadas por levantamientos, y también por indicaciones de erosión fluvial acompañada de sus respectivos sedimentos de verdadero aluvión. A lo largo de los bordes de las faldas suaves de las cordilleras todavía relativamente bajas, puede ser reconocida la segunda glaciación a manera de extensas capas de morrena basal de mayor o menor potencia. En las cordilleras mismas, las masas de hielo glacial se encontraban albergadas en amplias cuencas de alimentación, de las cuales salieron grandes glaciares de valle que recibieron en su trayecto pequeños glaciares tributarios de valles afluentes, para constituir una sola corriente de muchos kilómetros de extensión longitudinal y para formar, por su fuerte excavación, los característicos valles anchos en forma de la letra U. Hacia las depresiones interandinas las masas de hielo de glaciar se ensanchan en extensos mantos, que muchas veces desembocan en las lagunas poco hondas de las depresiones. Los restos morrénicos de estos glaciares de la segunda glaciación se han conservado hasta ahora sólo en los lugares donde pudieron quedar protegidos, por la sedimentación siguiente, de la posterior erosión de la tercera glaciación. De esta manera se encuentran con regularidad partes de morrena basal, ya que las morrenas terminales y laterales desaparecieron por la posterior destrucción causada por el agente erosivo.

Desde la segunda glaciación aparece en los sedimentos el predominante material volcánico fino, como reavivación de la actividad volcánica explosiva de este periodo, material intercalado en los sedimentos fluviales y lacustres que rellenaron las depresiones interandinas. Así, pues, estos sedimentos contienen bancos alternantes de arenas volcánicas gruesas y finas, regularmente en estado arcilloso, y a veces mezclado con piedra pómez gruesa. En los tiempos interglaciales predomina, cada vez más, la característica toba eólica volcánica endurecida, o sea la llamada **"cangagua eólica"**. Este producto volcánico tiene gran semejanza con el loess, pero difiere de éste por la composición mineral. Las partículas de esta toba, que es un sedimento fino de polvo volcánico y de arenas, son, en su mayor parte, plagioclasas intermedias hasta básicas, hornblenda, augita, biotita, y a veces, cuarzo; es decir, corresponde a la composición mineralógica de las andesitas y dacitas de las lavas cuaternarias que se presentan desde la segunda glaciación. Sólo en reducidas cantidades aparece el elemento arcilloso en la cangagua. También las cangaguas más modernas se han endurecido a expensas de sus propiedades hidráulicas. Además, a semejanza del loess, la cangagua forma características paredes verticales en las quebradas profundas y angostas, labradas fácilmente por su poca resistencia a la erosión lineal profunda. Posee también la disyunción prismática vertical, tal como en el loess, pero difiere de este último por la falta de carbonato cálcico que tanto caracteriza al loess.

Según su origen tenemos que distinguir dos clases de cangagua: primera, la cangagua eólica que se encuentra como cangagua eólica antigua en el segundo interglacial, y como cangagua eólica moderna en el tercer interglacial, y, además, como cangagua reciente en el post-glacial; segunda, la cangagua lacustre que aparece desde la segunda glaciación hasta la IV glaciación inclusive. El material de ambos tipos es de origen volcánico. Las violentas erupciones explosivas de los volcanes suministraron enormes masas de material suelto fino y finísimo, que se esparció ampliamente en la atmósfera en forma de arenas y polvos finos, depositándose como cangagua eólica en las superficies de tierra seca, y como cangagua lacustre en las depresiones llenas de agua.

La estratificación del tipo lacustre fue originalmente horizontal, pero muchas veces ha sido perturbada por las dislocaciones tectónicas aparecidas hasta el tercer interglacial. En cambio, la sedimentación periclinal es característica de la cangagua eólica, que forma una cubierta de aglomeración uniforme sobre valles y montes, hasta alturas de 3500 metros, más o menos. Es natural que ha influido en la potencia de la cangagua eólica la mayor o menor inclinación del terreno y la dirección e intensidad del viento.

La cangagua eólica moderna, desarrollada en mayor escala, aflora, casi en todas partes, en las regiones interandinas septentrionales, y con su color gris-amarillento presta al paisaje una nota muy característica. La cangagua lacustre y la cangagua antigua eólica de la segunda glaciación exhiben más bien una coloración amarillo-pardusca. Las capas de cangaguas antiguas, sean eólicas o lacustres, no solamente son más obscuras y parduscas por la descomposición inicial de sus componentes ferruginosos, sino más fuertemente endurecidas, y por tanto más sólidas. También en las morrenas glaciales forma la cangagua, como medio de cementación de los guijarros y bloques, una parte importante, que muchas veces predomina, de manera que hay que aceptar que la actividad volcánica continuó durante los tiempos glaciales propiamente dichos.

Como ya hemos indicado, hay que considerar como importantes fósiles de guía del segundo y tercer interglacial las bolas de cangagua, tan difundidas en determinados horizontes de la cangagua eólica. Son el producto de una especie de escarabajos que hacían rodar por el polvo una bola formada por sus huevos mezclados con estiércol, polvo que se adhería y endurecía en forma de una capa esférica protectora, preparando así un nido para las larvas que salían después de la esfera hueca practicando uno o dos orificios. Las bolas tienen un diámetro externo de 5 a 10 centímetros y el espesor de la corteza alcanza de 8 a 15 milímetros. Posteriormente, en el espacio hueco interior ha penetrado polvo volcánico, o se puede encontrar excrementos de gusanos. De todos modos, estos escarabajos se presentan como los habitantes comunes y característicos de las estepas interandinas durante el segundo y tercer interglacial. Y así encontramos, en la cangagua eólica antigua y moderna, horizontes de uno, dos o tres metros de potencia, que a trechos están rellenos abundantemente de estas esferas. Es claro que las bolas se han congregado sólo en los lugares anteriormente horizontales o poco inclinados. Aunque las bolas pertenecen a una formación eólica, pueden presentarse en depresiones locales como yacimientos secundarios envueltas en tobas de pequeña extensión horizontal y vertical y acumuladas por las aguas corrientes. Del mismo modo pueden encontrarse capas lacustres como intercalaciones locales de la cangagua eólica, intercalaciones que corresponden a las ya citadas acumulaciones fluvio-lacustres de las estepas generalmente secas.

La cangagua eólica contiene también estratos limoníticos delgados, los cuales corren paralelos a las capas, periclinalmente colocadas, de sedimentación eólica, e indican la posición de las antiguas superficies, cuando, en los periodos húmedos, se pudieron formar y concentrar superficialmente impregnaciones de hidróxido de hierro por la descomposición de los elementos ferruginosos de la cangagua eólica.

El endurecimiento de las tobas de cangagua debe haber sido relativamente rápido. Pues los glaciares de la cuarta glaciación se deslizan sobre la cangagua eólica del tercer interglacial, sin dejar tras de sí huellas de la presión o del movimiento del hielo, exceptuando los efectos erosivos en la cangagua endurecida. La presión del hielo glacial produce comúnmente, en una base de masas arcillosas o arenosas poco resistentes, fenómenos de plegamiento, amasamiento y allanamiento de las capas.

Al final de la segunda glaciación comienza un periodo principal de vulcanismo pleistocénico. Así, el Rucu-Pichincha, el Ilaló y otros volcanes han comenzado su primera actividad inmediatamente después del segundo periodo interglacial.

El segundo interglacial se halla caracterizado por la primera aparición de cangagua eólica de poca potencia y con intercalación de reducidos horizontes de bolas de cangagua. Estas capas eólicas se han depositado sobre cangagua lacustre y sedimentos arenosos y arcillosos correspondientes a la declinación de la segunda glaciación.

La tercera glaciación que sigue ahora, fue la más intensa de todas, y los levantamientos Epiro-genéticos, nuevamente actuantes en esta época, reforzaron sus efectos. Al pie de las cordilleras se encuentran morrenas de gran extensión superficial y de apreciable potencia, correspondientes a la tercera glaciación. Los valles principales de las cordilleras, parcialmente formados antes por glaciares de la segunda glaciación, son los que albergaron los gigantescos glaciares de la tercera glaciación, cuyos efectos erosivos fueron los de excavar, aún en mayor escala, los mismos valles.

Los cerros volcánicos formados desde la declinación de la segunda glaciación recibieron entonces las primeras y profundas heridas causadas por la erosión de la tercera glaciación.

En el flanco oriental del Rucu-Pichincha, a causa de la corriente glacial, se ha abierto una potente brecha que actualmente constituye la profunda cañada de Rumipamba, entre las alturas de Cruz-Loma y Cundur-Guachana. Más al Sur de las vertientes del Pichincha, nuevamente formado, descienden amplios mantos glaciales que originan extensas morrenas basales, cuyos potentes restos afloran en las quebradas del valle del Río Machángara, y con especial claridad en la quebrada “Volcán”.

A expensas de un prolongado periodo de declinación de la tercera glaciación se desarrolló el tercer interglacial.

Fuertes dislocaciones causadas por nuevos levantamientos a lo largo de la armazón de las Cordilleras, junto con hundimientos rupturales, son las causas que propiamente dieron lugar a un reavivamiento de la actividad volcánica.

De esta manera se originó una serie de nuevos volcanes, y así, en nuestra región, se reanudó la actividad volcánica del Pichincha, en cuyas laderas sud-orientales apareció el Panecillo como volcán parásito en forma de una cúpula de hinchamiento. Hacia el Oeste se abrió una nueva boca de erupción sobre la cual posteriormente fue construido el Guagua-Pichincha.

Las masas sueltas arrojadas por los volcanes se acumularon en las depresiones, formando sedimentaciones lacustres en las aguas nuevamente estancadas a causa de los hundimientos interandinos.

Las fuertes erosiones siguientes, ocasionadas por los desagües de las hoyas interandinas, produjeron la desecación casi completa de la hoya de Quito, donde se pudo acumular entonces la cangagua eólica moderna de muchos metros de potencia, comúnmente con un horizonte de bolas, y a trechos también con dos, y además con intercalaciones de estratos de piedra pómez y arenas gruesas y finas. Como mencionamos anteriormente, se interponen Formaciones fluviales y lacustres de poco espesor y localmente limitadas. A causa de la desecación de la depresión, es decir, a causa de la profundización de las bases de erosión extra-andinas, recomenzó la erosión en las partes más planas de la región interandina, de manera que aquí se desarrollaron formas topográficas múltiplemente desmembradas, además de las variaciones de la orografía originadas por las dislocaciones tectónicas. Sobre las nuevas formas orográficas superficiales se extendió como una cubierta la potente capa de cangagua eólica moderna, ocultándolas muy poco, a causa de su peculiar carácter de sedimentación periclinal.

La cuarta y última glaciación es la que ha dejado sus restos inmediatamente encima de la cangagua eólica moderna, en forma de delgadas y escasas acumulaciones de morrena basal y de bloques erráticos. Sus glaciares descendieron por los grandes valles y depresiones formadas por la tercera glaciación, llegando, muchas veces, hasta la misma profundidad, como ya ocurrió con las anteriores masas de hielo de la tercera glaciación, y a pesar de la poca intensidad de esta cuarta glaciación respecto de la anterior. Ya dejamos indicado que este hecho se explica por la influencia de nuevos levantamientos de la Cordillera.

Los tipos glaciales de la cuarta glaciación fueron: débiles glaciares de valle, que con reducidas masas glaciales ocuparon los antiguos valles preparados por las glaciaciones anteriores; glaciares colgantes con pequeñas cuencas de alimentación, o cuencas locales de neviza sin formación de morrenas.

También se puede observar en las partes poco inclinadas de las faldas de las cordilleras, morrenas basales de extensión superficial, pero sin el desarrollo tan potente de la tercera glaciación.

La transición paulatina de la cangagua eólica moderna a las morrenas de la cuarta glaciación, a manera de un cemento predominante, se puede observar muchas veces, pero como indicación de que la actividad volcánica del tercer interglacial tuvo una prolongación dentro del periodo de la cuarta glaciación.

Como producto del post-glacial existe una cubierta débil de cangagua eólica extendida sobre las Formaciones constitutivas de la cuarta glaciación, y cuando han faltado éstas, directamente encima de la cangagua eólica moderna del tercer interglacial.

III. EXPLICACIONES GEOLÓGICAS ESPECIALES DEL MAPA DE QUITO

En las inmediaciones de Quito los fenómenos geológicos principales, ya descritos anteriormente, se revelan con mayor o menor claridad. En general, encontramos descubiertas, en el área del mapa de Quito, las Formaciones cuaternarias sólo hasta el segundo interglacial. O, dicho con otras palabras, las Formaciones más antiguas que las del segundo interglacial no son accesibles a la observación directa en afloramientos naturales.

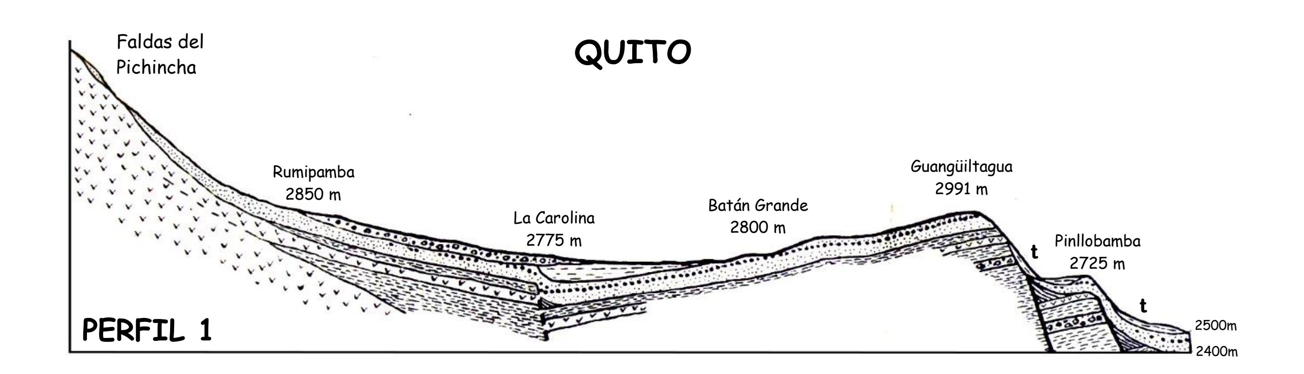
Las formas fundamentales de la configuración superficial del paisaje de Quito fueron creadas en primer término por las dislocaciones tectónicas y por el vulcanismo, que debe ser considerado como consecuencia de los levantamientos y hundimientos rupturales. La erosión y sedimentación fluvial y glacial han acentuado o suavizado estas formas fundamentales y han completado, naturalmente, la imagen del paisaje por medio de muchas nuevas peculiaridades, como, por ejemplo, con las quebradas características, abruptamente cortadas.

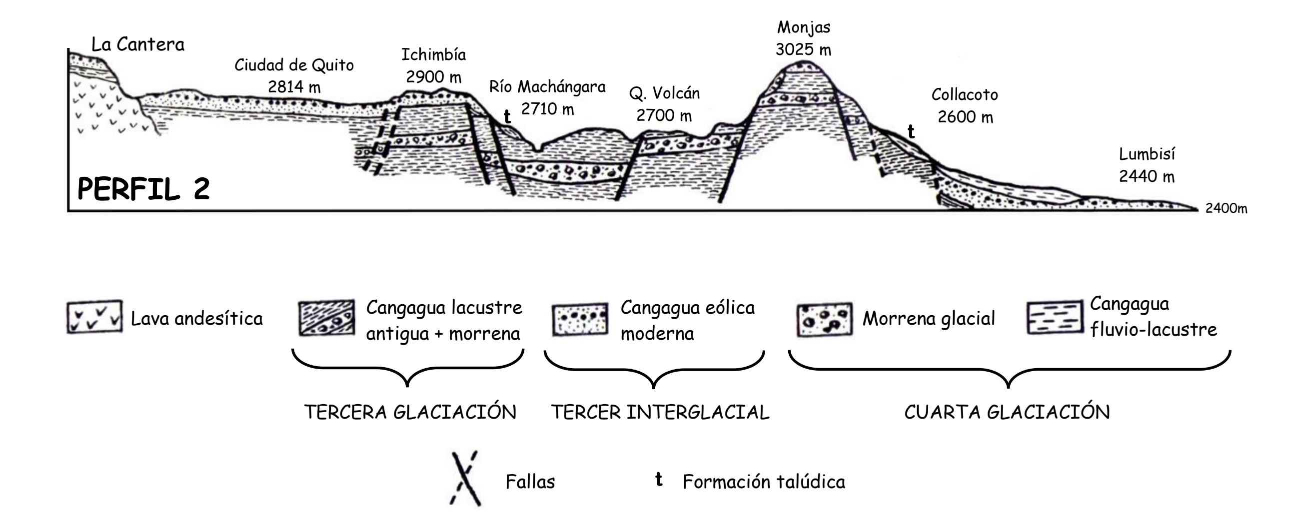
a) TECTÓNICA

Como los fuertes movimientos tectónicos verticales han perdurado hasta muy próximamente al periodo actual, las dislocaciones producidas por ellos sólo están poco veladas por la erosión y sedimentación subsecuentes, las cuales únicamente fueron de corta duración relativa. En la quebrada de Nayón, al Nordeste de Quito (Hoja de Cotocollao), se presentan fallas con una altura de desnivel total de cerca de 200 metros, que forman un detalle del gran hundimiento ruptural de la depresión interandina (Perfil 3).

El hundimiento de la hoya de Quito se efectuó a lo largo de fallas con dirección N-S, principalmente en su parte occidental, en forma de rupturas escalonadas que muestran una inclinación lateral poco acentuada hacia el Oeste de los diferentes escalones. Así, la meseta de Quito forma el escalón superior de la gradería tectónica que desciende al fondo de la depresión interandina. El perfil de Este a Oeste de la parte septentrional de la carta de Quito (Perfil 1) manifiesta claramente el escalón superior inclinado hacia el Oeste, entre la Carolina y la altura de Guangüiltagua; un escalón más pequeño y más hondo cerca de Pinllopamba, y finalmente, el comienzo de un tercero aún más profundo.

Más al Sur, en la región de Guápulo, una parte de la meseta se hundió al fracturarse, formando así la parte honda del valle del Machángara al Este de Quito. La altura de Monjas quedó estacionaria como un pilar, llamado en Geología Tectónica “horst”. Las rupturas escalonadas en el talud oriental del pilar de Monjas no son tan pronunciadas como las de la ladera oriental de Guangüiltagua. Hacia el Sur del Leprocomio, en la orilla meridional del Río Machángara, ha sido cortada en el cerro de “Monjas” la enorme quebrada denominada “Volcán”. Aquí se presenta una falla de cerca de 70 metros de desnivel. La dirección de esta falla casi vertical, es N70°W. La parte hundida al Norte forma el fondo de la depresión, casi cuadrática, situada entre el Leprocomio y la quebrada “Volcán”, la cual, a su vez, pertenece al valle del Machángara, originado por una ruptura tectónica entre el Ichimbía y Guápulo.





La falla de la quebrada "Volcán" corta las Formaciones de la tercera glaciación, la cual presenta potentes morrenas basales y Formaciones fluvio-lacustres. La cangagua eólica del tercer interglacial constituye un manto periclinal en posición discordante sobre las capas ya nombradas y no ha sido alcanzada por la falla (Perfil 2).

En la depresión que se formó por la inclinación occidental (hacia la falda del Pichincha) de la meseta de Quito, se estancó en el periodo de la cuarta glaciación una extensa laguna que se alargó, al pie del Pichincha, desde el Sur hacia el Norte, hasta la región de Cotocollao. El área de esta laguna está ocupada actualmente por sus sedimentaciones lacustres, las cuales rellenaron el fondo de la depresión. En este caso se trató de una laguna de origen tectónico. De un origen análogo, pero mucho más claro, es la laguna de Yambo, que aún existe, entre Ambato y Salcedo.

Las discordancias tectónicas en las diferentes subdivisiones de los depósitos cuaternarios comprueban que estos hundimientos rupturales no se han realizado en una sola vez. Por lo tanto, en la vecindad de las fallas, las capas antiguas demuestran dislocaciones mucho más fuertes que las capas modernas, porque aquellas fueron sometidas mucho más frecuentemente a los movimientos tectónicos que éstas. Así se presenta la antigua cangagua eólica, en el fondo del valle del Machángara, o en la honda quebrada de Lumbisí, mucho más fuertemente dislocada que los estratos más modernos. El hundimiento ruptural del valle del Machángara fue preformado, parcialmente, ya en la época de la tercera glaciación, como una depresión en la cual pudieron amontonarse enormes sedimentaciones fluvio-lacustres y glaciales. Después de la tercera glaciación continúa el hundimiento, dando al valle la actual forma fundamental. La erosión glacial y fluvial durante la cuarta glaciación y el post-glacial, produjo todavía, naturalmente, cambios particulares de las formas topográficas.

PERFIL 3 PERFIL GEOLÓGICO DE LA QUEBRADA **NAYÓN**

b) LAS FORMACIONES VOLCÁNICAS Y SEDIMENTARIAS DEL CUATERNARIO

De las Formaciones geológicas cuaternarias aparecen en las inmediaciones de Quito, superficialmente, sólo las sedimentaciones y rocas lávicas que, como ya se ha dicho, fueron formadas desde el segundo interglacial. En el perfil esquemático (Perfil 4) podemos observar, aproximadamente, las series de las rocas principales que asoman en nuestra región.

Como las capas más antiguas que la cangagua moderna del tercer interglacial regularmente afloran sólo en las secciones casi verticales de las quebradas, no se ha podido hacer su diferenciación individual en las indicaciones del mapa geológico, pues la proyección de sus afloramientos se habría recubierto recíprocamente. Por esta razón, para estas antiguas capas se aplicó solamente un color, a saber, el pardo (verticalmente rayado en el plano reducido), el cual, por consiguiente, es la indicación de toda la clase de sedimentos del segundo interglacial, del tercer glacial, y de las formaciones lacustres del tercer interglacial. En los lugares de la carta donde es posible introducir diferencias entre Formaciones de cangagua antigua de morrena antigua, de laguna o fluvio-lacustres, están indicadas con las letras correspondientes: c, m, l, fl. Sólo en pocos sitios, como ya hemos mencionado, la **cangagua eólica antigua** aflora con sus bolas características y no adquiere importancia esencial a causa de su reducidísima difusión superficial.

Con más amplia extensión se presentan **las morrenas de la tercera glaciación y las capas fluvio-lacustres** que las recubren, las cuales forman las transiciones paulatinas a los estratos basales lacustres de la cangagua moderna del segundo interglacial. Las morrenas potentes asoman a la superficie principalmente en las quebradas de la ladera oriental del valle del Machángara, e igualmente en las partes más profundas de las quebradas de Pinsha, Ayug y Lumbisí, las cuales descienden del flanco oriental del cerro de Monjas.

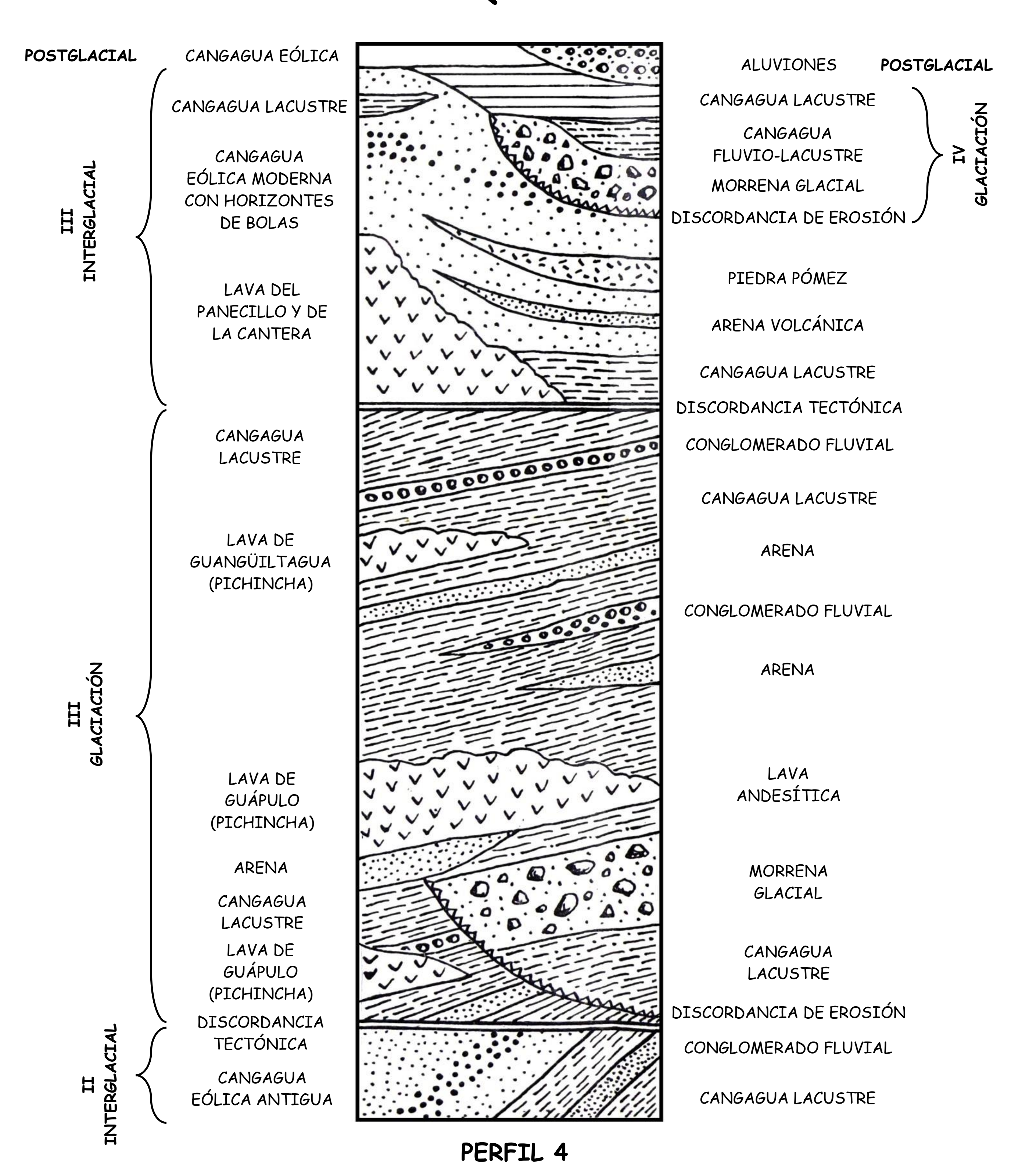
La importancia práctica de estas morrenas consiste en que pueden servir, en regiones desprovistas de piedra, como canteras de material pétreo de todo tamaño.

Sobre estas morrenas siguen, en potencias variables, capas de antigua cangagua lacustre, con intercalaciones de aluviones fluviales, las cuales en su mayor parte hay que atribuirlas a la declinación de la tercera glaciación. Una separación geológica precisa de las Formaciones suprayacentes lacustres del segundo interglacial es posible solamente en el caso de que esté presente la discordancia, la cual puede observarse algunas veces como límite entre ambas Formaciones.

En la cangagua lacustre antigua se manifiestan de trecho en trecho horizontes reducidos de pequeños manantiales.

Los colores de la cangagua antigua, sea de la eólica o lacustre, son regularmente algo más obscuros que los matices de la cangagua eólica moderna. La razón de esto se debe a la hidro-oxidación de los minerales que contienen hierro. Sin embargo, algunas veces se encuentran también, en los depósitos lacustres, arenas claras, de grano fino o mediano. Las Formaciones lacustres y glaciales contienen regularmente substancia arcillosa.

PERFIL ESQUEMÁTICO DE LAS FORMACIONES CUATERNARIAS PRINCIPALES EN LOS ALREDEDORES DE QUITO



PERFIL 4

Como se dijo anteriormente, se puede determinar fácilmente, en la mayor parte de los casos, el origen volcánico del material sedimentario. Intercaladas se encuentran débiles capas de cenizas volcánicas y arenas entre los estratos de cangagua lacustre, de los de arcilla, y de los aluviones de grano medio o grueso.

En las inclinadas laderas del valle del Machángara y en el flanco oriental de los cerros de Guangüiltagua y de Monjas, se han formado masas de escombros de talud, las cuales se componen principalmente del material de la cangagua fluvio-lacustre antigua y de las morrenas de la tercera glaciación. En estos lugares fue imposible efectuar una clasificación más detallada, a causa de los amontonamientos de las masas de escombros de talud.

Finalmente, debe indicarse todavía que las Formaciones fluvio-lacustres de la cangagua antigua, en sentido estricto, no solamente son puras sedimentaciones fluviales y lacustres, sino que también deben su origen a la actividad transportadora y acumuladora de las aguas atmosféricas en las superficies más o menos inclinadas de los flancos inferiores de los volcanes.

La cangagua eólica moderna del tercer interglacial, con sus horizontes característicos de bolas e intercalaciones de capas de piedra pómez y arena, ocupa la mayor parte de la superficie de los alrededores de Quito. La consistencia de la cangagua eólica moderna es bastante apreciable, pero su dureza no es tan grande como la de las Formaciones cangaguosas antiguas lacustres y eólicas.

Algunas veces se encuentran intercalaciones lacustres y fluviales de una potencia regularmente pequeña y de poca extensión, las cuales, sin embargo, no han podido ser reproducidas en la impresión de la Carta. Sólo en un lugar ha sido posible hacerlo, esto es, inmediatamente al norte del Panecillo.

Como ya se dijo, la cangagua eólica propia es una toba volcánica, que se compone de finas partículas de polvo. Los elementos minerales, plagioclasa, hornblenda, augita, y a veces también cuarzo, corresponden a la composición de las lavas andesíticas que provinieron de la erupción de los volcanes durante el Cuaternario. Es característica de la cangagua la falta de carbonato de calcio libre, el cual sólo a trechos se encuentra como impregnaciones secundarias a causa de la infiltración de aguas termales. Por lo general la cangagua es también poco arcillosa. Su compacidad la obtiene por la finura de las partículas de polvo que la forman, entre las cuales, posiblemente, pudo haberse encontrado, al principio, también vidrio, el cual, a causa de sus propiedades de cemento hidráulico, efectuó el rápido endurecimiento de la masa.

La cangagua presenta también una cierta porosidad de manera que sus propiedades físicas externas se aproximan a las del loess, con el cual se ha comparado frecuentemente la cangagua, en especial porque esta última demuestra a menudo disyunciones verticales y forma paredes, también verticales, en las quebradas profundamente cortadas, y que se deben a la poca resistencia que opone la cangagua a la erosión lineal profunda del agua corriente.

Perfil detallado de los sedimentos eólicos del tercer interglacial (Quito, Calle Vargas y San Diego) según Abelardo Estrada: “Contribución geológica para el conocimiento de la cangagua, etc”.

La numeración empieza desde abajo hacia arriba:

Capa 1 : Cangagua de un metro de potencia;
Capa 2 : Piedra pómez de grano grueso, de 0.8 m;
Capa 3 : Cangagua de 1.5 m;
Capa 4 : Piedra pómez de grano grueso de 0.5 m;
Capa 5 : Cangagua de 0.8 m;
Capa 6 : Piedra pómez de grano grueso de 0.15 m;
Capa 7 : Cangagua de 1.6 m;
Capa 8 : Piedra pómez de grano grueso de 0.15 m.

Con frecuencia se encuentran que estas ocho capas han tomado la facies lacustre en las depresiones.

Capa 9 : Cangagua arenosa de 1 m;

A partir de esta capa podemos decir que comienza la característica cangagua eólica.

Capa 10 : Arena de grano más o menos fino de color azul de 0.1 m;
Capa 11 : Piedra pómez en capas alternantes de grano grueso y fino de 0.5 m;
Capa 12 : Cangagua de 0.1 m;
Capa 13 : Piedra pómez de grano grueso de 0.1 m;
Capa 14 : Cangagua arenosa de 0.4 m;
Capa 15 : Piedra pómez media gruesa de 0.15 m;
Capa 16 : Cangagua de 0.2 m;
Capa 17 : Arena azul de grano medio y fino de 0.4 m;
Capa 18 : Cangagua de 0.3 m;
Capa 19 : Piedra pómez de grano medio y grueso de 0.2 m;
Capa 20 : Cangagua de 0.3 m;
Capa 21 : Piedra pómez de grano grueso y medio de 0.2 a 0.8 m;
Capa 22 : Cangagua con horizonte de bolas de 2 a 9 m;
Capa 23 : Piedra pómez de grano grueso regularmente mezclada con cangagua de 0.3 m;
Capa 24 : Cangagua húmica de 2 a 6 m.

Las dos últimas capas corresponden a la Formación post-glacial.

Hay que observar, además, que comúnmente no se ha desarrollado la serie completa de la cangagua eólica. En las depresiones faltan, por lo general, los miembros inferiores. A menudo aparecen sólo las capas superiores 22, 23 y 24, esto es, el horizonte propio de la cangagua con bolas, en tanto que las capas más profundas siguientes asoman como Formaciones lacustres, pues al tiempo del depósito las depresiones estaban aún cubiertas por las lagunas.

Las capas de piedra pómez son, por lo general, blancas, y contrastan fuertemente con el gris amarillento de la cangagua eólica. Los estratos de arena azul tienen una especial importancia técnica, pues suministran la arena más o menos apropiada para la preparación del mortero calcáreo y para el hormigón. La cangagua se ha convertido en masa arcillosa, generalmente en la superficie, a causa de la descomposición, y sirve entonces como material para la fabricación de ladrillos. La cangagua arcillosa y húmica se conoce con el nombre de **"chocoto"** y se la usa para hacer **"adobes"** y para el enlucido de los interiores de las casas.

En el mapa geológico de Quito la distribución de la cangagua eólica moderna está indicada con un color amarillento claro (área punteada del plano reducido). Como se trata aquí de la sedimentación eólica de masas de un polvo volcánico fino que, a causa de las violentas y continuas explosiones de los volcanes, fueron lanzadas al aire, el producto de esta sedimentación eólica, — la cangagua moderna —, recubrió poco a poco las formas topográficas del paisaje con un manto cuya potencia asciende finalmente a muchos metros de espesor.

De interés especial es el hecho de que ya sólo en el tercer interglacial las regiones interandinas se hicieron habitables para los grandes vertebrados, como los mastodontes, caballos, ciervos, etc., cuyas inmigraciones comenzaron después de que se hubo efectuado un desagüe general con la formación de tierra seca de suficiente extensión. Hasta hoy, en la región interandina septentrional, los restos fósiles de grandes vertebrados no se han podido localizar en las capas más antiguas que las del tercer interglacial. También los hallazgos mundialmente famosos de mamíferos fósiles en la región de Punín, cerca de Riobamba, pertenecen a esta época, según el estado actual de mis investigaciones.

En la **cuarta glaciación** un glaciar relativamente modesto en cuanto a la potencia de sus hielos, desciende por el abra del Rucu-Pichincha, que estuvo preformada por las poderosas corrientes de hielo de la tercera glaciación, y desemboca en la laguna que se estancó al pie del Pichincha, en la meseta de Quito, formando un cono bajo y extenso de escombros morrénicos. En los flancos orientales del Pichincha se congregan en este periodo masas de nieve y se endurecen en forma de neviza, que, al deslizarse, efectúa una ligera erosión y produce de esta manera **las cuencas de neviza** poco hondamente cortadas en laderas de fuerte inclinación, sin originar morrenas en su sentido propio. Estas cuencas de neviza, actualmente sin hielo, se pueden aún hoy observar fácilmente, e indican que en el periodo de la cuarta glaciación el límite de la nieve perpetua estaba situado mucho más abajo que en la actualidad.

En la Carta geológica, **las morrenas** de los ventisqueros del Rucu-Pichincha existentes en la IV glaciación, están coloreadas de azul (pequeños círculos en el plano reducido), así como los restos de las morrenas de otras masas de hielo glacial que se acumularon en este periodo, pero generalmente sólo en poca extensión y potencia, y que han dejado sus huellas, frecuentemente como bloques erráticos dispersos.

La laguna de la que ya se habló antes, ha dejado extensos sedimentos en la meseta de Quito. Su superficie es plana, y, desde el Observatorio Astronómico, se extiende, hacia el Norte, hacia Cotocollao. Finalmente, la desecación de la laguna se completó por la erosión profunda del canal de desagüe formado por la quebrada Molino-Uco, en el Batán Chico. Los sedimentos se componen de capas más o menos sueltas de arenas, guijarros, arcilla, polvo volcánico y piedra pómez en sucesión alternante, hasta alcanzar una potencia total de más de 100 metros en los sitios más profundos de la laguna. A diferentes profundidades se encuentra agua freática formando diversos pisos, y que posee varios grados de pureza y de caudal, según la profundidad y las características petrográficas de las capas. Como las perforaciones últimamente efectuadas por la Municipalidad de Quito lo han indicado, parece que el caudal de agua de este fondo puede ser considerable. En las perforaciones, desde los pisos más profundos, una pequeña parte del agua brota hasta la superficie como agua artesiana.

La repartición de **los sedimentos lacustres de la cuarta glaciación** está señalada con una coloración amarillento-obscura en el mapa geológico (representados con rayas horizontales en el plano reducido).

Las formaciones de escombros en los taludes están señaladas con el mismo color, pero, para diferenciarlas de los sedimentos lacustres, están marcadas con la letra t. Cubren las laderas empinadas del valle del Machángara, del cerro de Monjas, y del Guangüiltagua, y constituyen mezclas irregulares de cantos de todo tamaño, con arenas, arcillas y restos de cangaguas, provenientes de la disgregación de los sedimentos más antiguos que afloran en los lugares mencionados.

Algunos restos fósiles de vertebrados se encuentran aquí y allá en sedimentos que corresponden a la cuarta glaciación, pero solamente en la declinación de este periodo tropezamos con los vestigios del hombre prehistórico, el cual, consiguientemente, avanzó relativamente tarde a las comarcas, en este tiempo todavía poco hospitalarias, de la región interandina de Quito.

Las **Formaciones poco potentes del post-glacial** hasta la actualidad, no se encuentran señaladas en el Mapa geológico. Se presentan en sitios secos como capas delgadas de cangagua eólica poco endurecida en las depresiones; como sedimentos lacustres de poco espesor a lo largo de los ríos, y como aluviones y pequeñas terrazas bajas. Comunmente encontramos en estos sedimentos restos fósiles de huesos de los grandes mamíferos, y también los artefactos del hombre, quien, después del retroceso de los glaciares y en la iniciación de un clima más cálido, se esparció rápidamente en la región interandina. Por el contrario, los escarabajos que suministraron las bolas características del segundo y tercer interglacial ya faltan en el post-glacial.

c) LAS LAVAS ANDESÍTICAS CUATERNARIAS

Las inmediaciones de Quito están dominadas por el macizo del Pichincha. Sus corrientes de lava corresponden al tipo petrográfico de la roca efusiva andesítica, en diferentes variedades. Los materiales sueltos arrojados tienen, naturalmente, la misma composición petrográfica y química. De acuerdo con la evolución del Pichincha, encontramos las corrientes de lava, salidas de él, como intercalaciones locales en los diferentes pisos de los sedimentos. Primeramente, aparecen, en el fondo y a media altura del valle del Machángara, las lavas más antiguas del Rucu-Pichincha, como intercalaciones en los sedimentos del periodo de la tercera glaciación. Petrográficamente, muestran corresponder a las antiguas corrientes de lava de la región de Mulán, al Occidente de la Carolina, que tienen color obscuro, con fenocristales blancos de feldespato. Una lava más moderna que las anteriores, pero del mismo tipo, aflora en las partes superiores del talud occidental de Guangüiltagua como base de la cangagua moderna del tercer interglacial.

Más tarde, durante el tercer interglacial, potentes mantos de un nuevo tipo de lava de grano fino se han derramado en dirección sud-oriental; es la conocida lava de la Cantera. El Panecillo se levanta como cúpula parásita de hinchamiento del mismo material, hasta que, finalmente, durante la IV glaciación y el periodo post-glacial, el Guagua-Pichincha construye sus moles en el lado occidental del Rucu-Pichincha suministrando el material fino constitutivo de la capa delgada de la cangagua eólica del post-glacial. Es notable que las masas lávicas del Ungüi, el cual representa la continuación austral de la base del Pichincha, son más antiguas que la remota tercera glaciación, ya que la parte inferior del Ungüi está recubierta de las morrenas de esta glaciación.

Los dos tipos principales de lava andesítica son, como hemos visto, el tipo antiguo “Mulán” y el tipo moderno “Cantera”. La difusión de estas lavas ha sido indicada en la Carta con las letras **“am”** y **“ac”**, sobre el color rojo que señala la andesita.

El tipo “Mulán” se encuentra en los siguientes lugares:

Faldas orientales del Pichincha, desde Mulán hasta Miraflores.

Laderas del valle del Machángara; quebrada Molino-Uco, y taludes orientales del Guangüiltagua.

El tipo “Cantera” se observa en los sitios enumerados a continuación:

Quebrada de la Cantera; Panecillo, y talud sudoccidental del Ichimbía.

- **Tipo “Mulán”**

Macroscópicamente, la lava gris-obscura de este tipo se caracteriza por la presencia de grandes fenocristales de plagioclasa blanca y augita obscura, incluidos en una masa fundamental gris no diferenciable. Los fenocristales tienen un diámetro comúnmente de varios milímetros (hasta de 5 mm) y se destacan como manchas blancas y negras sobre el gris de la masa fundamental.

La investigación microscópica ha dado los siguientes resultados:

Los fenocristales de feldespato son, predominantemente, **plagioclasa básica** de labradorita y bytownita, generalmente de estructura zonal. La formación maclada según la ley de albita es común.

Los fenocristales de augita pueden ser determinados, en primera línea, como cristales bien desarrollados del **hipersteno rómbico**. En cantidades inferiores se presenta también **augita monoclínica**.

Entre los fenocristales se hallan también, de manera subordinada, granos de **olivino**.

Es muy común la **magnetita**, como componente accesorio.

La matriz está formada, con predominancia, por microlitos de plagioclasa y por pocos cristales pequeños, cortos y prismáticos, de hipersteno, con una estructura pilotaxítica. Un poco de vidrio pardusco y muchos granos de magnetita rellenan los espacios intermedios entre los microlitos.

Según los resultados de la investigación microscópica, la andesita del tipo “Mulán” debe ser denominada como una **andesita hiperesténica con contenido de olivino y con estructura de matriz pilotaxítica**.

- **Tipo “Cantera”**

Macroscópicamente, este tipo de andesita se diferencia del anteriormente descrito por la presencia de menor número de fenocristales, de manera que la masa pétrea muestra una coloración uniformemente gris o rojiza. Los fenocristales son pequeños, a lo sumo de 1 a 2 mm de diámetro, constituidos, predominantemente, por plagioclasa blanca, y sólo por poca augita obscura, en granos completamente pequeños. El Panecillo, que se originó al pie del Pichincha como una cúpula de hinchamiento, formando de esta manera un volcán parásito, se compone, en su masa principal, de andesita rojiza del tipo “Cantera”.

La investigación microscópica ha dado los siguientes resultados:

1) Muestra de la Cantera:

Los **pequeños fenocristales de plagioclasa** pertenecen a la oligoclasa-andesina, a la andesina, a la labradorita, y a la labradorita-bytownita, y ciertamente con predominancia de las variedades más ácidas. Las plagioclasas más básicas muestran generalmente una estructura zonal muy notable, en la cual asoman zonas más ácidas y más básicas, con múltiples cambios alternantes.

En cantidad mucho más escasa, y por lo general también de dimensiones más pequeñas que los fenocristales de plagioclasa, aparecen fenocristales de **augita**; en cantidades aún más reducidas existen cristales de **hipersteno**, y, finalmente, a trechos, pequeños granos de **olivino** y partículas de **magnetita**.

La matriz muestra el comienzo de la cristalización, principalmente de microlitos de feldespato y de magnetita. La estructura pilotaxítica característica del tipo "Mulán" se encuentra apenas indicada.

2) Muestra del Panecillo:

La andesita del Panecillo se distingue por cuanto entre los pequeños fenocristales obscuros, apenas del grosor de un milímetro, predominan las **hornblendas pardas basálticas**. Estos fenocristales son, por lo general, más pequeños que las plagioclasas blancas y sólo aquí y allá se encuentra un cristal de hornblenda más grande. Junto con la hornblenda se hallan también muy pocos cristales de **hipersteno**, aproximadamente de las mismas dimensiones.

Los pequeños fenocristales de plagioclasa son oligoclasa-andesina, andesita, y labradorita, de los cuales los más básicos muestran una estructura fuertemente zonal.

La matriz se compone de microlitos de plagioclasa y hornblenda de estructura microcristalina, en parte indistintamente pilotaxítica. Pequeños granos de magnetita se encuentran dispersos en la masa de la roca.

Hay que denominar, por tanto, a la andesita de La Cantera como una **andesita augítica**, y a la del Panecillo, como una **andesita hornbléndica**.

El tipo "Mulán", por consiguiente, es una andesita más básica que el tipo "Cantera".

La andesita de Guápulo, del tipo "Mulán", muestra, predominantemente, la augita, y sólo poco hipersteno como fenocristales obscuros. Las plagioclasas, de varios milímetros de grosor, son labradorita-bytownita y anortita.

Así, pues, puede decirse, por lo general, que, de las andesitas investigadas dentro de la Hoja de Quito, las más antiguas (tipo "Mulán") tienen un carácter más básico que las más modernas (tipo "Cantera").

Una visión completa de la composición petrográfica de las lavas que estructuran el macizo del Pichincha y de las condiciones geológicas generales de los dos volcanes, — Guagua-Pichincha y Rucu-Pichincha —, sólo puede obtenerse cuando se haya efectuado el levantamiento de la Hoja de “Guagua-Pichincha”.

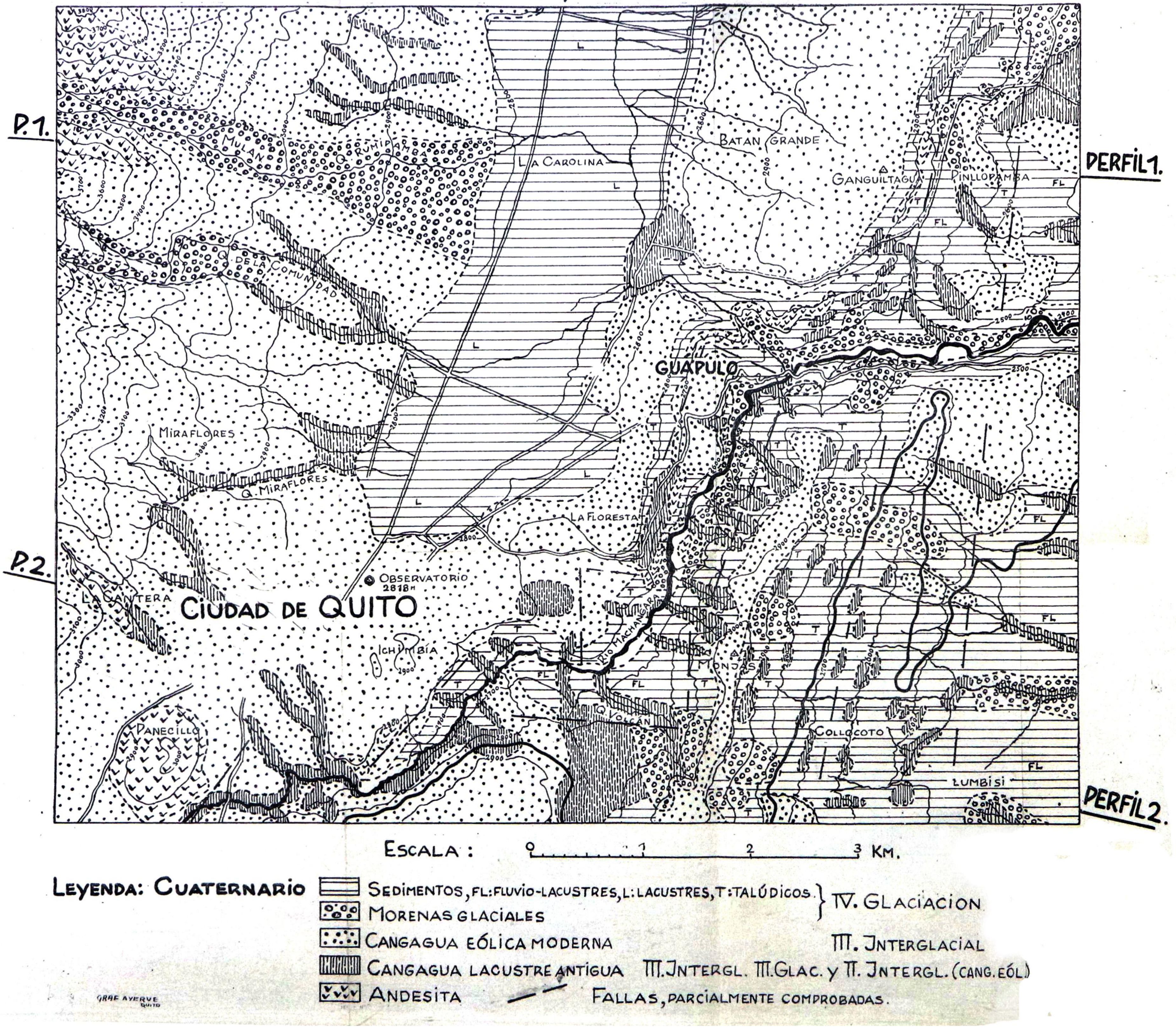
Así, todavía no es posible entrar en más minuciosas consideraciones sobre los fenómenos de vulcanismo, con sus enormes consecuencias en el modelado topográfico de esta comarca, cuando los volcanes, ahora enfriados y muertos, arrojaban sobre ella torrentes de lava incandescente e inmensas nubes de cenizas, lapillis y piedra pómez, como en las últimas erupciones del Pichincha de los siglos XVII y XVIII.

En el aspecto hidrográfico, tienen especial importancia las corrientes de lava del Pichincha, que se intercalan, en el subsuelo de la meseta de Quito, en los sedimentos eólicos y lacustres del segundo interglacial y de la tercera glaciación. Como la lava está muy agrietada, sirve como un sistema de drenaje para el agua, que fácilmente puede escurrirse entre estas masas rocosas hendidas, mientras que la posibilidad de movimiento de las aguas en las capas de poros finos parcialmente impermeables de la cangagua eólica y lacustre es muy reducida. Así los afloramientos de lava forman en las laderas occidentales del valle del Machángara importantes horizontes de manantiales, ya que de la parte inferior de las corrientes de lava salen considerables caudales de agua en forma de fuentes, como, por ejemplo, en la quebrada de Molino-Uco, piscina de Guápulo, fuente de la quinta de Vorbeck, manantiales al lado del dique de la Empresa Eléctrica, y en la ladera Sudeste del Ichimbía.

MAPA GEOLOGICO DE QUITO

REDUCIDO Y SIMPLIFICADO SEGÚN EL LEVANTAMIENTO POR

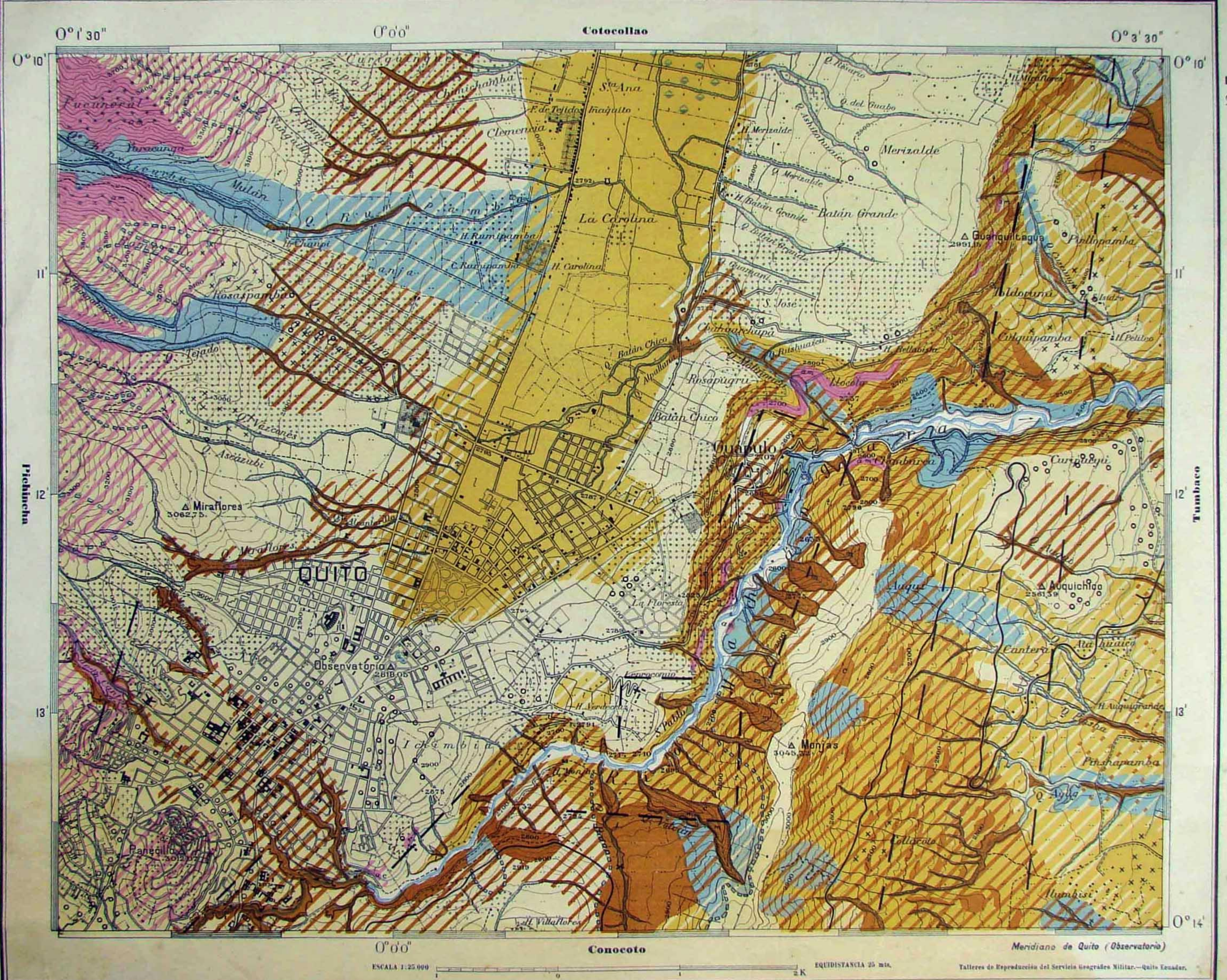
DR. WALTER SAUER Y ABELARDO ESTRADA, AYUDANTE.



Hoja 40 del Mapa Topográfico del Ecuador

QUITO

Levantamiento Geológico por el Dr. Walter Sauer
y Abelardo Estrada, ayudante. (1939-1940)
Servicio Geográfico Militar



Leyenda y signos convencionales:

Cuaternario:

1. Sedimentos flovio-lacustres: Cuarta glaciación.
2. Morena glaciar. Cuarta glaciación.
3. Cangagua eólica moderna. Tercer interglaciar.
4. Cangagua lacustre antigua. Tercer interglaciar, tercera glaciación y segundo interglaciar.
5. Andesita.
6. Morena encima de cangagua eólica moderna.
7. Sedimentos flovio-lacustres encima de cangagua eólica moderna, la que descansa sobre cangagua lacustre antigua.
8. Cuenca de nevisa. Cuarta glaciación.
9. Bloques erráticos.
10. Bolas de cangagua.
11. Fósiles de vertebrados.
12. Restos arqueológicos.
13. l Formación lacustre.
14. t Formación talúdica.
15. m Formación morénica.
16. c Formación cangagunsa.
17. Dirección probable de fallas parcialmente comprobadas.
18. ac Andesita del tipo de las canteras del Panóptico y del Panecillo.
19. am Andesita del tipo Mulán.
20. Aluviones.

Potglaciar cabe en capas reducidas las formaciones geológicas antes indicadas, y a causa de su potencia insignificante no lo tomamos en cuenta.

